©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Untersuchung über einige Factoren des Stoffumsatzes während des Hungerns.

Von Prof. Dr. **J. Seegen.**

Die Verhältnisse des Stoffumsatzes während des Hungerns bilden den einfachsten Ausdruck für das zur Erhaltung des Lebens unerlässliche Ausgabenquantum; das Erforschen dieser Verhältnisse hat daher alle beschäftigt, welche die Kenntniss der Ernährungsvorgänge des thierischen Organismus zur Aufgabe ihres Studiums machten.

Zahlreiche Untersuchungsreihen über den Stoffumsatz hungernder Thiere liegen vor und ich erwähne nur als die wichtigsten die an Hunden und Katzen angestellten Untersuchungen von Frerichs, von Bidder und Schmidt und von Voit und Bischoff. Diese Untersuchungen erstreckten sich oft über viele Tage, von 3—18 Tagen, und wurden in einzelnen Fällen bis zum Hungertode des Untersuchungsobjectes fortgesetzt.

An Menschen können natürlicherweise längere Hungerversuche nicht angestellt werden. Die wichtigsten hieher gehörigen Versuche sind die von Voit und Pettenkofer[1] angestellten, bei welchen nebst der Stickstoffausscheidung durch Harn und Koth, auch die Ausscheidung von Kohlensäure und Wasser durch Haut und Lungen mittelst des Respirationsapparates erforscht worden war, ferner die mit gleicher Ausführlichkeit von Ranke[2] an sich selbst angestellten Hungerversuche. Alle diese Untersuchungen erstrecken sich nur auf einzelne Hungertage, und so werthvoll auch die gewonnenen Resultate sind, genügen sie doch nicht, um Aufschluss zu geben über die Stoffumsetzung während

---

[1] Pettenkofer u. Voit, Untersuchungen über den Stoffverbrauch des normalen Menschen. Zeitschrift f. Biologie, 2. Band IV. Heft.

[2] Ranke, Physiologie des Menschen. 1868.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

einer längeren Hungerperiode, da, wie aus den Versuchen an Thieren hervorgeht, die Ausscheidungen während des ersten Hungertages von der vorausgegangenen Ernährungsweise ganz abhängig sind, und mit Rücksicht auf diese in weiten Grenzen schwanken.

Schultzen[1] hat eine interessante Untersuchung gemacht über die Ausscheidung von Harn und Harnbestandtheilen bei einem 19jährigen Mädchen, welches in Folge von Ösophagusverschliessung nach Schwefelsäurevergiftung 16 Tage nachdem die Nahrungszufuhr aufgehört hatte, dem Hunger erlegen war. Seine Untersuchung bezieht sich auf die zwei letzten Lebenstage, und auch diese sind wieder, wie aus den Versuchen an Thieren hervorgeht, wesentlich von der übrigen Hungerperiode verschieden.

Ich hatte Gelegenheit einen Fall von fast vollständiger Inanition durch viele Wochen zu beobachten und durch einen längeren Zeitraum die Menge der Harnausfuhr und den Gehalt des Harns an Harnstoff zu untersuchen, und es dürfte die Kenntniss der gewonnenen Resultate einen nicht unwichtigen Beitrag zur Kenntniss des Stoffumsatzes während des Hungerns bieten.

Der Gegenstand der Beobachtung war ein 24 Jahre altes Mädchen. Dasselbe war nicht als Kranke, sondern als Begleiterin ihrer kranken Mutter nach Carlsbad gekommen. Nachdem sie etwa 14 Tage anwesend war, erzählte sie mir, dass sie seit längerer Zeit ein Gefühl von Unbehagen in der Magengrube habe, welches sich nach jeder Mahlzeit steigere. Bei näherem Examen erfuhr ich, dass das Mädchen seit einigen Monaten schwere Sorge durchgemacht habe, dass sie ferner durch eine einige Monate dauernde anstrengende Krankenpflege sehr gelitten habe. Seit zwei Monaten habe die Esslust allmählig abgenommen und seit vielen Wochen sei es ihr unmöglich, Fleischnahrung zu geniessen und beschränke sich ihre Nahrung auf Gemüse und Mehlspeise. Bei der Untersuchung fand ich das kräftig gebaute Mädchen noch mässig gut genährt, aber nach Versicherung der Umgebung war sie bedeutend abgemagert. Brust- und Bauchorgane

[1] Archiv für wissenschaftliche Heilkunde VI

sind für die Untersuchung normal, nur ist der Magen an einzelnen Stellen, zumal im *Scrobiculo cordis* gegen Druck empfindlich und im Blindsacke des Magens, dem linken Rippenbogen nahe, war eine etwa 3 CC. grosse Stelle, die sich resistenter anfühlte. Ich dachte an Magenerosion und an eine in Folge eines geheilten Geschwüres vorhandene narbige Einschnürung. In den nächsten Tagen verminderte sich die Esslust immer mehr, Patientin nahm bald nur kleine Mengen flüssiger Speisen zu sich, und nach einiger Zeit erklärte sie, dass die Nahrung, zumal wenn sie etwas grössere Mengen auf einmal geniesse, stecken bleibe, nur sehr langsam und unter Schmerzempfindung vorwärts rücke. Die Stelle, wo die Nahrung angeblich stecken bleiben sollte, entsprach ungefähr der Höhe der Cardia. Ich zwang Patientin in meiner Gegenwart ein halbes Glas Milch rasch zu trinken, sie klagte über Schmerzgefühl und erbrach das Eingeführte.

Die jetzt vorgenommene, mit der Ersten etwa 14 Tage auseinander liegende Untersuchung liess im Fundus des Magens, ungefär an derselben Stelle wo früher die grössere Resistenz zu fühlen war, eine etwa wallnussgrosse harte Geschwulst fühlen, die mit ihrem grösseren Durchmesser vertical stand. Mehrere Collegen, welche die Kranke sahen, diagnosticirten *Carcinoma ventriculi* und Stenose der *Cardia* und stellten eine absolut laethale Prognose.

Ich konnte mich dieser Ansicht nie anschliessen, das Aussehen der Kranken war durchaus nicht das cachektische mit Carcinom fast immer einhergehende, die rasche Entwicklung der Anschwellung, die Lage desselben, das Hinderniss an der Cardia, dies alles schien gegen Carcinom zu sprechen. Eine bestimmte Diagnose war unmöglich; zuweilen dachte ich an partielle polypöse Hypertrophie der Magenschleimhaut, dann wieder an spasmodische Contraction (hysterischer Natur), andere meinten es wäre denkbar, dass der leere Magen sich so contrahirt habe, dass er eine Anschwellung simulire.

Wie dem auch sei, nach Verlauf von etwa sechs Wochen erklärte die Patientin, dass nun die Nahrung wieder leichter hinabrücke, weniger Schmerz verursache, die Anschwellung wurde allmählig flacher und war nach weiteren 14 Tagen wieder nur als sehr derbe resistente Stelle zu fühlen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Nahrungszufuhr war, wie bereits erwähnt, durch viele Wochen eine sehr mässige, im Verlaufe des Juni konnte keine feste Nahrung mehr genommen werden und es dienten nur Suppe mit Reis, Eier und Milch in mässiger Menge zur Nahrung. Allmählig verminderte sich auch die Quantität der Nahrung und vom 28. Juni bis 21. Juli inclusive, also durch 24 Tage bestand die innerhalb 24 Stunden genommene Nahrung in 3 Esslöffel = 35 Grm. frischer Kuhmilch. Diese Milch wurde mit 2 Esslöffel Wasser verdünnt uud von dieser Mischung wurde stündlich 1 Theelöffel eingeführt.

Die Patientin war ununterbrochen Tag und Nacht unter Aufsicht sorgsamer intelligenter Verwandten. Die Möglichkeit, Nahrung ohne Wissen derselben zu erhalten war vollständig ausgeschlossen, und ich kann für die Genauigkeit der zugeführten Nahrungsmengen so einstehen, als ob ich selbst ein Experiment unter eigener steter Beobachtung geleitet hätte.

Die Patientin lag die ganze Zeit über im Bette, die Hautwärme war dem Gefühle nach normal, die Pulswelle war klein, die Pulsfrequenz schwankte zwischen 72—80 in der Minute. Patientin war schwach, konnte aber gut allein im Bette aufsitzen, war vollkommen geistig frisch, nur Nachmittags traten im späteren Verlaufe der Inanitionsperiode leichte Gesichts- und Gehörhallucinationen auf. Wurde Patientin angesprochen, war sie sogleich vollkommen klar. Die Abmagerung wurde sehr bedeutend, jede Fettspur schien aus dem Unterhautzellgewebe verschwunden, die Muskeln der Extremitäten waren lose Stränge. Von Zeit zu Zeit, etwa jeden fünften oder sechsten Tag, wurde eine kleine Menge grüner flüssiger mit Schleim gemengter Fäcalstoffe entleert.

Die Harnuntersuchung begann erst nachdem die Inanition fast 14 Tage gedauert hatte. Die rein ärztliche Frage hatte mich bis dahin zu sehr in Anspruch genommen, an das physiologische Experiment dachte ich erst, als der Fall nahezu hoffnungslos schien und an einen Hungertod gedacht werden musste.

Grosse ärztliche Beschäftigung machten vollständige Harnanalysen unmöglich, ich konnte nur mit grossem Opfer die tägliche Harnstoffanalyse machen. An eine Wägung konnte natürlich bei der Schwäche der Patientin nicht gedacht werden. Die nachstehende Tabelle gibt die Resultate der Untersuchung.

Datum	Harnmenge	Harnstoff		Anmerkungen
		p. c	d. d	
10/7	160	4·5	7·2	Harn sehr dunkel, reiches Sediment von Uraten mit vielem rothen Farbstoff.
11	150	4·3	6·4	dto.
12	125	4·9	6·1	Sehr dunkler Harn, kein Sediment.
13	240	4·8	11·5	
14	155	4·9	7·7	
15	230	5·2	11·9	
16	200	4·9	9·8	
17	155	4·5	6·9	Keine Milchnahrung, statt derselben das geschlagene Eiweiss von einem Ei.
18	180	4·0	7·2	Gleiche Nahrung.
19	190	4·7	8·9	Klystier von Milch; 1 ganzes Ei.
20	235	5·2	12·2	35 Grm. Milch.
21	210	5·3	11·1	dto.
22	200	5·4	10·8	140 Grm. Milch (4 Unzen).
23	225	5·2	11·7	175
24	330	2·7	8·9	140
25	400	2·7	10·8	210 „ „ 2 Pillen von rohem Fleische.
26	320	2·6	8·3	280 Grm. Milch.
27	390	2·8	10·9	dasselbe, 1 Ei.
9/8	420	1·6	6·7	210 Grm. Milch, etwas Arrowroot in Milch gekocht.
10	410	1·6	6·5	dasselbe.
13	620	1·7	10·5	
14	600	1·8	10·8	
15	530	1·7	9·1	

Die Tabelle ergibt Folgendes:

1. Die Nahrung vom 10. bis inclusive 21. betrug täglich 35 Grm. Milch, nur an zwei Tagen wurde statt der Milch einmal ein ganzes Ei und das andere Mal das Eiweiss von einem Ei genossen. Die Milch wurde mit 20 CC. Wasser gemengt.

Kuhmilch enthält im Mittel aus 30 Bestimmungen von Becquerel und Vernois 5·5 Pct. Eiweisssstoffe, die genossenen 35 Grm. Milch enthielten 1·9 Grm. Eiweisssstoffe.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

100 Grm. Albumen enthalten 15·5 Stickstoff, mit den genossenen 35 Grm. Milch wurden also dem Körper 0·29 Grm. Stickstoff zugeführt, eine Menge, die so verschwindend klein ist, dass man den Zustand des Organismus innerhalb dieser Zeit mit vollständiger Stickstoffinanition gleichsetzen kann.

2. Die Harnstoffausfuhr innerhalb der 12 ersten Beobachtungstage — während des nahezu vollständigen Stickstoffhungers — beträgt 106·9 Grm. Der Harnstoff enthält nahezu die ganze Summe des durch den Harn ausgeführten Stickstoffes, es wurden also innerhalb dieser 12 Tage 49·8 Stickstoff durch den Harn ausgeführt. Da die Stickstoffzufuhr innerhalb dieser Zeit 3·4 Grm. betrug, konnten die anderen durch den Harn ausgeführten 46·4 Grm. nur auf Kosten des stickstoffhältigen Körperbestandes zur Ausscheidung gelangen. Diese 46·6 Grm. Stickstoff sind enthalten in 299·3 Grm. Eiweiss, es sind also innerhalb dieser 12 Tage 299·3 Grm. Eiweissstoffe vom Körper umgesetzt worden. Der Eiweissverbrauch des Körpers betrug also für den Tag nahezu 25 Grm.

Welche Organe oder Flüssigkeiten dieses umgesetzte Eiweiss lieferten, ist natürlich durchaus nicht zu entscheiden. Nach den Untersuchungen von Voit sind unter den Eiweissgebilden vorzüglich die Muskeln an dem Umsatze während des Hungerns betheiligt. Es treffen nämlich auf 100 Grm. Verlust 42 auf Muskelgewebe, während das Blut nur mit 3 Pct. zu diesem Verluste beiträgt. Nach Bidder und Schmidt dagegen ist der Verlust, den das Blut erleidet, ein sehr bedeutender. Selbst wenn wir nach Voit annehmen, die Stickstoffausscheidung sei in ihrem grössten Theile durch Fleischumsatz veranlasst, lässt sich die Grösse dieses Umsatzes doch nicht präcisiren, da der Stickstoffgehalt des Menschenfleisches, wie aus den neuen Untersuchungen von Nowak hervorgeht, in ziemlich weiten Grenzen schwankt. Die grosse Verschiedenheit im Stickstoffgehalte des feuchten Fleisches, dieselbe schwankt nach Nowak bei verschiedenen Individuen von 3·1 bis 4 Pct., rührt zum Theile von dem in ziemlich weiten Grenzen schwankenden Wassergehalte her. Dieser variirte in verschiedenen Leichen von 76·2 bis 79·6%.

3. Die Wasserausfuhr durch den Harn betrug in den 12 Hungertagen 2230 CC. = 185 CC. für den Tag. Da die Flüssigkeits-

zufuhr per Tag nur circa 55 CC. betrug, wurden 130 CC. auf Kosten des Körpers ausgeschieden. — Wenn wir uns, um nur annähernd einen Einblick in das Verhältniss zwischen Stickstoff- und Wasserausfuhr zu haben, denken, der Stickstoff stamme aus umgesetztem Muskelfleische, und die Zusammensetzung des Muskelfleisches mit 75 Pct. Wasser und 3·4 Pct. Stickstoff annehmen, würde die täglich umgesetzte Muskelsubstanz 112 Grm. betragen. Aus diesen 112 Grm. Muskelsubstanz werden 84 CC. des ausgeführten Wassers stammen, es blieben also 56 CC. Wasser durch die Muskelumsetzung unbedeckt. Da die Nieren nicht den einzigen Abzugsweg für das Wasser bilden, da eine beträchtliche Menge Wasser auch durch die Lunge und Haut ausgeschieden wird, da ferner das umgesetzte Fettgewebe nur wenig Wasser enthält, etwa nur 13·14 Pct., muss der Organismus auf Kosten der Gewebe und Flüssigkeiten Wasser abgegeben haben, d. h. diese Gewebe und Flüssigkeiten müssen wasserärmer geworden sein. Es stimmen mit dieser Thatsache die directen Beobachtungen von Bidder und Schmidt, welche die Organe des verhungerten Thieres wasserärmer fanden.

4. Die Wasser- und Harnstoffausscheidungen sind nicht an allen Tagen gleich. Es beweist dies, dass selbst unter den einfachsten Verhältnissen der Körper nicht mit der Regelmässigkeit einer Maschine arbeitet. Der Harn wurde zwar nicht am Schlusse eines Tages mittelst Katheter entleert, und so ist es denkbar, dass der eine Tag mit mehr und der andere Tag mit weniger entleerter Blase abgeschlossen wurde. Aber wenn man die Reihen genau studiert, findet man, dass diese Erklärung für die Verschiedenheit der Ausscheidung unzureichend ist. Das Mittel der täglichen Harnstoffausfuhr beträgt 8·9.

5. Vom 22. ab wird die Nahrungseinfuhr eine beträchtlich grössere, sie beträgt im Anfange 140 Grm. Milch, steigt bis 280, bleibt in den meisten Tagen 210 Grm. In den letzten Tagen wird zuweilen ein Ei, häufiger eine kleine Menge Arrowrootbrei in Milch gekocht genossen. Diese letztgenannte täglich schwankende Nahrungsmenge entzieht sich der Berechnung. Ich will nur die genau gekannten Milchmengen für die Einfuhr in Rechnung bringen. Innerhalb 11 Tage betrug diese Milcheinfuhr 2275 Grm. Diese enthielt auf Grundlage der obigen Berechnung 125 Grm.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ersten Hungertagen noch sehr bedeutend und in directem Verhältnisse zu der vorausgegangenen Stickstoffzufuhr ist, sie wechselt in den einzelnen Versuchen, je nachdem die vorausgegangene Zufuhr an Stickstoff reich war, von 60·1—13·8, sie sinkt rasch und bleibt vom vierten bis fünften Tage ab constant. In den meisten der von Voit angeführten Versuche beträgt sie 10—12 Grm. per Tag. Die Harnstoffausscheidung in diesen Versuchen ist immer etwas grösser als die bei unserem Untersuchungsobjecte. Voit's Thier wog meist zwischen 30—35 Kilo. Mein Untersuchungsobject hatte nach seiner Mittheilung, kurz ehe es nach Kalsbad kam, 61 Kilo gewogen. Nun war es zwar, als ich die Untersuchung begann, enorm abgemagert, aber es war das Gewicht gewiss nicht auf 30 Kilo gesunken. Offenbar war die sehr herabgedrückte körperliche Leistung bei steter Ruhe im Bette Ursache dieses geringen Umsatzes.

In Ranke's[1] Versuch betrug die Harnstoffausscheidung am Hungertage 17·9 Grm., was einem Eiweissumsatze von 50 Grm. entsprechen würde. Die Ziffer ist doppelt so gross als die von mir gefundene, aber da der Versuch sich nur auf einen Hungertag erstreckt, war die vermehrte Umsetzung noch auf Rechnung der früheren Ernährung und des reichen Körpermaterials zu setzen.

In der Untersuchung von Schultzen[2] betrug die Harnstoffausscheidung nur 6 Grammes, aber sie betraf nur die zwei letzten Lebenstage, in welchen, wie aus den Thierversuchen hervorgeht, die Umsetzung oft bedeutend sinkt. Das Ergebniss unserer Untersuchung repräsentirt jene Umsetzung während des Hungerns, welche nicht mehr von der vorangegangenen Nahrung beeinflusst wird und welche auch noch nicht in Folge der erlöschenden Lebensenergie übermässig herabgedrückt ist.

---

[1] A. a. O.
[2] A. a. O.